FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1914 — THÈSE — N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

PAR

Jean PÉRIN

Né à Paris, le 11 mars 1876

Traitement de la Torsalgie

PAR LA

SEMELLE CAOUTCHOUTÉE

Président : M. PIERRE DELBET, *professeur*

PARIS

IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

JOUVE & Cie, ÉDITEURS

15, Rue Racine (VIe)

1914

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

LE DOYEN, M. LANDOUZY

PROFESSEURS

	MM
Anatomie	NICOLAS
Physiologie	Ch. RICHET
Physique médicale	WEISS
Chimie organique et Chimie générale	DESGREZ
Parasitologie et Histoire naturelle médicale	BLANCHARD
Pathologie et Thérapeutique générales	ACHARD
Pathologie médicale	WIDAL TEISSIER
Pathologie chirurgicale	LEJARS
Anatomie pathologique	Pierre MARIE
Histologie	PRENANT
Opérations et appareils	Auguste BROCA
Pharmacologie et matière médicale	POUCHET
Thérapeutique	MARFAN
Hygiène	CHANTEMESSE
Médecine légale	THOINOT
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LETULLE
Pathologie expérimentale et comparée	ROGER
Clinique médicale	DEBOVE LANDOUZY GILBERT CHAUFFARD
Maladies des enfants	HUTINEL
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	Gilbert BALLET
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GAUCHER
Clinique des maladies du système nerveux	DEJERINE
Clinique chirurgicale	DELBET QUENU RECLUS HARTMANN
Clinique ophtalmologique	De LAPERSONNE
Clinique des maladies des voies urinaires	LEGUEU
Clinique d'accouchements	BAR PINARD RIBEMONT-DESSAIGNES
Clinique gynécologique	POZZI
Clinique chirurgicale infantile	KIRMISSON
Clinique thérapeutique	Albert ROBIN

AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.

ALGLAVE	GUENIOT	LERI	RICHAUD
BERNARD	GUILLAIN	LOEPER	ROUSSY
BRANCA	JEANNIN	MAILLARD	ROUVIERE
BRUMPT	JOUSSET (A.)	MOCQUOT	SAUVAGE
CAMUS	LABBE (H.)	MULON	SCHWARTZ (A.)
CASTAIGNE	LAIGNEL-LAVASTINE	NICLOUX	SICARD
CHAMPY	LANGLOIS	NOBECOURT	TANON
CHEVASSU	LECENE	OKINCZYC	TERRIEN
COUVELAIRE	LEMIERRE	OMBREDANNE	TIFFENEAU
DESMAREST	LENORMANT	RATHERY	VILLARET
GOUGEROT	LEQUEUX	RETTERER	ZIMMERN
GREGOIRE	LEREBOULLET	RIBIERRE	

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'École a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

M. LE PROFESSEUR PIERRE DELBET

Chirurgien de l'Hôpital Necker
Officier de la Légion d'Honneur

J. Périn

51470

TRAITEMENT DE LA TORSALGIE
PAR LA SEMELLE CAOUTCHOUTÉE

CHAPITRE PREMIER
LA SEMELLE CAOUTCHOUTÉE

Je me propose d'étudier dans cette thèse le traitement d'une certaine forme de tarsalgie traumatique, par une semelle caoutchoutée d'un modèle spécial. On observe couramment à la suite des entorses un affaissement de la voûte du pied (pied plat). On corrige d'ordinaire cet affaissement par une semelle métallique élastique et courbe, qu'on place dans la chaussure (Hoffa) et qui supplée à l'insuffisance de cette voûte.

Dans un cas que j'ai eu l'occasion d'observer, le traumatisme n'a pas déterminé d'affaissement notable de la voûte plantaire du côté interne du pied. On sait, depuis le travail de Charpy, que je résume plus loin, que la voûte plantaire est formée de deux arcs, un arc interne et un arc externe. L'arc externe est un cintre régulier surbaissé qui comprend la plus grande partie du calcanéum, le cuboïde et les deux

derniers métatarsiens. L'arc interne comprend l'astragale, le calcanéum, le scaphoïde, les cunéiformes, le premier métatarsien et le gros orteil. Dans l'entorse ordinaire, c'est l'arc interne qui s'affaisse, et les malades marchent sur le bord interne du pied.

Dans le cas que j'ai observé, le malade ne marche pas sur son bord interne et l'arc interne ne paraît pas notablement affaissé ; au contraire, l'arc externe a fléchi. Je m'en suis rendu compte par le procédé des empreintes. J'ai fait badigeonner les deux plantes avec de l'encre de Chine et je les ai fait appliquer chacune sur une feuille de papier blanc. On sait que pour un pied normal l'empreinte montre un appui antérieur et un appui postérieur réunis par une bande externe plus ou moins épaisse ; quand les deux pieds sont normaux, la bande externe a la même largeur à droite et à gauche ; dans le cas que j'ai observé, la bande externe est sensiblement plus large du côté malade que du côté sain ; or, cette bande externe, plus large, correspond évidemment à un affaissement de l'arc externe. C'est d'ailleurs de ce côté seulement que le malade éprouve des douleurs ; il n'y a aucune douleur du côté de l'arc interne.

C'est cet affaissement douloureux de l'arc externe que je me suis efforcé d'améliorer par une semelle caoutchoutée. Il ne saurait être question ici de tenter le relèvement de l'arc externe, comme on le fait d'ordinaire pour l'interne, avec une semelle métallique courbe. L'arc externe est déjà normalement trop près du sol pour qu'on puisse le redresser beau-

coup ; mais il suffit d'interposer entre cet arc et le sol un coussinet élastique qui atténue le choc de la marche. De plus, la semelle caoutchoutée que je vais décrire a pour effet précisément de soutenir, et même de soulever l'arc externe dans la mesure où cela est nécessaire. Je l'ai construite de la façon suivante : j'ai pris un tube de caoutchouc, de 1 centimètre de diamètre extérieur à parois très épaisses, et je l'ai sectionné en fragments de 1 centimètre de long. J'ai ainsi obtenu de petits cylindres ayant 1 centimètre dans tous les sens. D'autre part, j'ai fait préparer par un cordonnier une semelle de cuir mince et rigide découpée d'après le dessin du pied.

Sur cette semelle j'en ai fait coller une seconde perforée de trous circulaires de 1 centimètre de diamètre ; ces trous sont au nombre de 51.

Dans chacun des trous on place un cylindre de caoutchouc verticalement ; ce cylindre est fixé en place par de la colle. Enfin, par-dessus les cylindres, on fixe une semelle mince, en chevreau, cousue sur les bords de la première semelle. A l'extrémité antérieure de la semelle, on donne aux cylindres de caoutchouc une hauteur moins grande, de façon à assurer la liberté des orteils. Quand on introduit la semelle dans la chaussure, il faut avoir soin de mettre en haut le côté rigide ; c'est sur ce côté que le pied doit s'appuyer. Du côté de la semelle en chevreau les cylindres de caoutchouc font une saillie qui pourrait causer des douleurs à la surface de la plante.

Cette semelle ainsi construite offre un point d'appui élastique à l'arc externe du pied, en même temps qu'elle le relève ; en effet, on sait que le poids du corps repose pour les trois quarts environ sur le point d'appui postérieur, calcanéen de la voûte plantaire ; les cylindres de caoutchouc situés sous le talon sont donc sensiblement plus déprimés que les cylindres situés en avant ; par conséquent, ces derniers vont conserver une hauteur plus grande et soulever heureusement et modérément l'arc externe de la voûte.

D'ailleurs, en construisant cette semelle on pourrait, comme on voudrait, en tel ou tel point de sa surface, augmenter ou diminuer la hauteur des cylindres de caoutchouc, de façon à relever telle ou telle partie de la voûte. Et on pourrait, dans le cas présent, augmenter la hauteur des cylindres le long du bord externe. D'une façon générale, on pourrait proportionner la hauteur des cylindres au degré d'affaissement de la voûte.

La semelle en question, épaisse de plus de 1 centimètre, ne peut évidemment être introduite dans une chaussure ordinaire ; il faut faire construire une chaussure plus grande, ce qui ne présente pas d'ailleurs de difficulté.

Cette semelle pèse 90 grammes ; le poids total de la chaussure est de 460 grammes.

Il y a déjà fort longtemps qu'on se sert de caoutchouc dans la construction des chaussures. C'est au

Brésil, vers 1820, que se firent les premières chaussures en caoutchouc.

Plus récemment (1891), M. le médecin-major Colin a fait construire des chaussures à talons élastiques ; il en a étudié méthodiquement le rôle dans la marche. Je résume son travail au chapitre II.

CHAPITRE II

ROLE MÉCANIQUE DU TALON CAOUTCHOUTÉ

Il a été particulièrement étudié par H. Colin. Je résume ici son travail.

« Dans les conditions ordinaires de la marche, sur le sol pavé et empierré de nos villes et de nos routes dans les conditions militaires surtout, avec armes et bagages, chaque pas est marqué par un choc du talon contre le sol résistant. Nous ne visons pas ici le coup de talon voulu, musculaire, du soldat qui marque le pas, mais bien le choc involontaire inconscient, inévitable du talon du marcheur au pas de route. Ce choc et le bruit qui l'accompagne sont évidemment, et *a priori*, le résultat mécanique de la transformation d'une partie de la force musculaire déployée par le marcheur. Ce résultat est inutile pour la progression et la force employée à le produire est perdue pour le but à atteindre ; il constitue un déchet dans le rendement, en diminuant l'effet utile comme le frottement dans les machines.

Outre cet inconvénient mécanique, le choc du

talon retentit dans tout l'organisme, à chaque pas, par l'intermédiaire de notre charpente osseuse ; il communique à tout le corps une vibration notable.

Si le choc du talon n'était évident pour tout le monde, s'il n'était matériellement prouvé par le bruit qu'il produit, sa réalité et sa transmission des pieds à la tête pourraient être démontrés de la manière suivante : Un homme se prêtant à l'observation, on fixe sur le sommet de sa tête par un bandage approprié, un verre à pied à demi rempli d'eau et l'on fait marcher le sujet au pas de route sur un sol dur. En le suivant de près on voit au moment de la retombée de chaque pas, une vibration se communiquer au liquide, et s'y traduire par un trouble ondulatoire de sa surface. En dehors des journées de marche, nous fatiguons trop peu pour que cette imperfection mécanique nous soit sensible, mais dans les longues routes à pied dans les étapes faites par nos soldats d'infanterie chargés d'environ 30 kilos d'armes et bagages, il arrive un moment où le coup de talon inévitable et la trépidation générale qu'il nous communique deviennent sensibles, puis douloureux.

Il n'y a pas que des « excoriés » parmi les «traînards» qui autrefois allongeaient sur la route les colonnes en marche et qui, aujourd'hui, sont immédiatement recueillis derrière le corps de troupe par la voiture omnibus de l'ambulance régimentaire, il y a aussi des hommes atteints de la contusion du talon, affection si fréquemment observée qu'elle est

devenue classique, atteints surtout d'une céphalalgie dont les douleurs sont renouvelées à chaque pas. On les voit suivre d'instinct les bas côtés de la route où l'herbe forme, sous leurs pieds, un tapis qui amortit le choc du talon ; on les voit se courber et fléchir leurs jambes, non tant de fatigue musculaire que d'instinct encore, pour briser davantage la colonne osseuse qui transmet à la tête le choc du talon. Ils cherchent à diminuer ce choc douloureux en faisant des pas plus petits, ou à l'éviter même en traînant les pieds sans faire porter le talon sur le sol.

Quelque faible que paraisse le choc du talon et la trépidation qu'il nous communique, ils deviennent à la longue une cause de fatigue, parce qu'ils se répètent à chaque pas, c'est-à-dire 1.330 fois environ par kilomètre, et en chiffres ronds 40.000 fois pendant la journée consacrée à une étape moyenne. La contusion du talon et la céphalée de trépidation sont, d'après nos expériences personnelles et nos observations faites dans les corps d'infanterie en marche, un facteur sérieux de cet état complexe appelé fatigue. Nous pensons que bien peu d'hommes échappent complètement et jusqu'à la fin des étapes à ces deux sensations douloureuses.

Il n'est donc pas puéril de chercher contre le choc du talon, sinon une utilisation du travail qu'il représente, du moins un adoucissement à la réaction qu'il vous inflige et par suite une diminution de la fatigue.

Nous avons essayé l'amortissement du choc par

un talon en caoutchouc ayant un double but : 1° éviter à nos organes un ébralement trop sensible pendant la marche, comme le fait en voiture une bonne suspension. C'était notre but principal celui-là, nous l'avons atteint au-delà de nos prévisions ; 2° par la compression du caoutchouc sous le poids du corps, y emmagasiner la force qui se stérilise dans le choc du talon, et la lui faire utiliser pour la progression au moment où le talon se détache du sol.

Les expériences nombreuses et variées auxquelles nous nous sommes livrés depuis quelques années mais que pour abréger nous passons ici sous silence, nous ont démontré qu'avec des talons de caoutchouc, on marche un peu plus vite qu'avec des talons ordinaires ; on gagne environ 6 o/o sur le temps nécessaire à l'accomplissement d'une étape.

Cet avantage n'est peut-être pas assez considérable pour mériter l'attention de l'autorité militaire, mais il n'en est pas de même de la diminution de fatigue dont bénéficie le marcheur avec des talons élastiques. Cette diminution est considérable et nous regrettons vivement de ne pouvoir la démontrer d'une façon mathématique. Il faudrait d'abord de la fatigue une mesure qui échappe encore aux instruments de précision et aux analyses. Mais l'impression qui nous est restée de nos essais réitérés sur des parcours de 50 kilomètres nous permet d'affirmer une différence considérable de fatigue à l'avantage des chaussures à talon élastique. Pendant la marche le bien-être relatif est notable ; on éprouve à peine le

besoin d'éviter le pavé parce qu'on en sent moins la dureté. Après l'étape, la fatigue semble limitée aux muscles seuls et comme réduite à son minimum inévitable.

Après les plus longues marches, le talon est sans ampoule ni rougeur, absolument indolore à la pression ; les sens semblent comme ménagés et restent dispos pendant toute la soirée, le sommeil moins impérieux, le travail intellectuel aussi facile qu'en l'absence de fatigue.

Cette suspension plus douce de nos organes contre la trépidation de la marche peut d'ailleurs être comparée à celle dont bénéficie le vélocipédiste, grâce à la couronne de caoutchouc qui garnit les roues ; cette garniture est très ferme, son épaisseur n'étant que de 2 ou 3 centimètres, et cependant sans elle, la trépidation serait insupportable au vélocipède, et la vitesse moindre.

Le talon de caoutchouc peut être fort utile aux malades atteints d'affections chroniques douloureuses des centres nerveux ou des viscères, ainsi qu'aux convalescents de maladies longues et graves qui restent quelquefois longtemps impressionnables aux secousses de la marche ; mais outre ces cas spéciaux et restreints, le talon de caoutchouc ou tout autre talon élastique nous semble pouvoir rendre des services à l'homme valide, au marcheur, et particulièrement au soldat d'infanterie, le marcheur qui nous intéresse le plus.

L'idéal serait un talon entièrement en caoutchouc

pur, faisant corps avec la chaussure, mais les difficultés de la fabrication et le prix de revient sont de nature à y faire renoncer pour le présent. Ceux que nous avons fait faire nous ont cependant démontré les qualités de résistance et de durée du caoutchouc pur au contact du sol ; après une année d'usage journalier, y compris de longues étapes, ils avaient encore leur forme première, toute leur épaisseur, leur élasticité et leur surface n'était que légèrement effritée par un rude et continuel frottement sur le sol. Quoi qu'il en soit, nous proposons un modèle mixte, cuir et caoutchouc, parce qu'il est plus économique, facilement applicable à toute chaussure à faire ou à remonter sans en modifier l'aspect.

Le talon de cuir de la chaussure militaire est large de 6 à 8 centimètres selon les pointures. Nous nous sommes assuré pratiquement qu'on peut enlever d'un talon une portion centrale considérable, c'est-à-dire en faire une colonne creuse fermée comme une boîte en dessous sans diminuer sensiblement sa résistance et sa durée. Il suffit de conserver à cette colonne creuse un centimètre d'épaisseur dans ses parois verticales pour le passage des chevilles et l'implantation des clous.

En attendant que l'industrie puisse livrer un modèle perfectionné de talon élastique, nous faisons enlever comme à l'emporte pièce un talon de 5 centimètres de largeur, au centre d'un talon de sept, y compris la portion correspondante de la semelle

dite première et de la cambrure. Nous comblons le vide avec un morceau de caoutchouc de 5 centimètres de large enlevé à l'emporte pièce dans une plaque de 2 centimètres environ d'épaisseur. Un morceau de cuir souple fixé à l'intérieur de la chaussure remplace la portion enlevée à la semelle première et deux bons bouts en cuir terminent inférieurement le talon.

L'enlèvement d'une portion centrale de la partie talonnière de la cambrure ne présente aucun inconvénient pour la solidité de la chaussure surtout si l'on donne au talon un peu plus de longueur en avant.

Le caoutchouc employé doit être de gomme pure, très élastique, en plaque de 2 centimètres à 2 centimètres et demi d'épaisseur.

Dans ces conditions, nous n'avons d'élastique qu'une portion supérieure et centrale du talon sur une largeur de 5 centimètres et sur une épaisseur de 2 centimètres, mais le coussinet élastique ainsi obtenu, recouvert d'une peau souple, dépressible d'un demi-centimètre environ sous le poids du corps, suffit à la portion arrière et inférieure du calcanéum pour lui constituer un plan contre lequel il ne se contusionne pas, et sur lequel il trouve un degré suffisant d'élasticité pour amortir le choc résultant de la pesée brusque du poids du corps pendant la marche. Cette modification est facile à effectuer, peu coûteuse et peut être réalisée, comme nous l'avons fait au début, sur des chaussures à remonter.

CHAPITRE III

RAPPORT DE LA SEMELLE ÉLASTIQUE AVEC LA VOUTE PLANTAIRE

Colin, dans son travail sur le talon élastique, s'est uniquement occupé de la pression exercée sur le point d'appui postérieur de la voûte plantaire. Mais si ce point d'appui est le plus important, les autres ne sont pas négligeables puisqu'ils supportent la valeur de un quart environ du poids du corps. Il y a donc lieu chez les tarsalgiques de leur donner aussi un soutien élastique ; c'est ce que je propose de faire avec la semelle caoutchoutée.

J'aurais pu me contenter, dans la construction de ma semelle, de ne mettre de caoutchouc qu'au niveau des points d'appui ; mais une semelle ainsi construite manquerait de solidité et se gondolerait dans les intervalles non soutenus.

Je donne ici l'analyse dn travail de Charpy sur la voûte du pied. On y trouvera des considérations intéressantes relatives à l'élasticité de cette voûte.

« Pour mesurer la voûte du pied, on a recours uniquement aux empreintes artificielles qu'elle trace

sur un plan résistant. S'il y a deux appuis séparés, l'appui métatarsien et l'appui du talon, le pied est dit cambré ; s'ils se rejoignentpar une bande externe, le pied est normal ; si la plus grande partie de la plante a imprimé sa trace, c'est un pied plat. Redressons d'abord une erreur que je vois dans quelques auteurs, que le pied ordinaire, normal, a deux empreintes distinctes ou à peine réunies par une queue amincie. Un tel pied, s'il n'est très maigre, est très cambré ; le bourrelet charnu du bord externe doit, même chez la femme, graver une empreinte décidée.

» Mais les empreintes, utiles d'ailleurs à bien des points de vue, ne peuvent suffire à une appréciation rigoureuse. Tout pied maigre, évidé, marque un appui étroit et fait croire à une cambrure qui peut n'être pas celle du squelette ; tout pied gras ou musclé, dessine de larges contacts tout comme un pied effondré, alors que sa voûte osseuse est régulièrement cintrée. La graisse plantaire est surtout accumulée dans le creux médiotarsien. Elle est très abondante chez les nègres qui ont généralement le pied plat.

» Il n'y a qu'un moyen sûr pour apprécier la voûte du pied, c'est de mesurer l'angle compris entre les deux portions de l'arc qui la constitue sur son côté interne. La courbure de cet arc est donnée par la structure intérieure du squelette. Si l'on fait une coupe suivant l'axe antéro-postérieur, on voit que l'astragale, clef de la voûte dorsale, est intérieure-

ment formé de deux nappes de fibres qui s'entre-croisent et prennent chacune une direction séparée. La grande masse est un système de fibres à peu près verticales, continuant celles du tibia, occupant tout le corps de l'astragale, et se poursuivant à travers le corps du calcanéum pour aboutir aux tubérosités où elles sont coupées à angle droit par d'autres fibres curvilignes qui nous représentent les tendons d'Achille et ceux des muscles plantaires, rigidifiés, incrustés dans l'os qu'ils doivent mouvoir.

Le deuxième système est formé de fibres antéro-postérieures ; elles traversent un peu en éventail la tête de l'astragale, puis le scaphoïde, les cunéiformes et leurs métatarsiens. Le croisement au départ des deux systèmes est au col de l'astragale.

La grande apophyse du calcanéum n'appartient pas à cette construction ; elle a un système rayonné raccordé à celui du cuboïde et des métatarsiens correspondants, c'est-à-dire du pilier ou mieux de l'arc externe de la voûte.

Les deux systèmes de fibres qui descendent de l'astragale nous représentent les deux lignes de poussée de l'arc interne et l'angle sous lequel elles se croisent dans l'astragale est la vraie mesure de ce côté de la voûte. Des repères extérieurs permettent, sur le vivant, de déterminer assez exactement ces deux directions. Le col de l'astragale correspond, en effet, en dedans, à une dépression située un peu en avant de la pointe de la malléole interne, au-dessous de son bord antérieur. De ce point, on mène

et on dessine deux lignes qui vont aboutir : l'une, en arrière au plus saillant du talon, au sommet de l'arc que représente la face postérieure du calcanéum ; l'autre, en avant, au pli digito-palmaire du gros orteil ; l'angle qui en résulte est celui de la voûte du pied. Cet angle mesure environ 120 degrés.

La courbure du pied tend constamment à s'augmenter dans le cours de l'évolution. Ceci m'amène à dire quelques mots des forces qui ont pour effet les unes de déformer, les autres de maintenir et d'accroître même la voûte plantaire.

La force qui aplatit le pied, c'est le poids du corps, dans la station ou dans la marche, dans la station plus que dans la marche.

La station écrase la voûte. Rien de plus pénible que de rester debout un certain temps. La vraie attitude du demi-repos est la station assise et Spiegel partait d'une idée juste de la mécanique animale, quand il disait ; « les fesses ont été données à l'homme pour, qu'assis sans fatigue, il puisse s'appliquer plus commodément à l'étude des choses divines. »

Quant à l'attitude normale de l'action, c'est la marche. La voûte n'est pas organisée pour soutenir un effort fixe et continu sur les mêmes parties ; elle est surtout construite pour le mouvement, et c'est là qu'elle trouve le mieux son équilibre. Ici, en effet, interviennent les puissances musculaires préposées au maintien de l'édifice : péroniers en dehors, jambiers en dedans, et au milieu muscles de la plante. Supprimons l'un de ces groupes, et nous voyons

apparaître les diverses déformations, effondrement, pied plat, valgus, varus.

La surcharge ajoutée au poids du corps, tel que le port habituel des fardeaux, rompt l'équilibre et fait céder la voûte ; aussi un certain nombre de professions, comme celle de portefaix, entraînent facilement le pied plat.

Le pied cambré. — Le type plat que je viens d'étudier représente essentiellement le pied nu, à chaussure élémentaire ; mais il y a en regard un pied civilisé à chaussure plus parfaite et dont le type est plus ou moins cambré. La chaussure est une force et une forme qui s'ajoutent aux muscles. Le type cambré à 110 degrés est courant dans les villes.

Il trace une empreinte à deux parties distinctes. Les muscles redresseurs de la voûte se détachent en relief ; on voit notamment saillir le tendon du jambier antérieur.

Le pied cambré est acquis, développé artificiellement par la chaussure cintrée. Au contraire, dans les races qui marchent pied nu, le pied est plat (nègres).

Le pied cambré est-il plus avantageux que le pied plat ? C'est au fond le problème de la force et de la vitesse. Plus les appuis sont larges et plus la solidité est assurée ; plus ils sont étroits et plus la vitesse augmente, le pied plat est le pied paysan ; pied très répandu ; nombre de fantassins marçhent parfaitement avec leurs pieds plats.

Le pied cambré est agile, il est élastique, c'est l'agent de la course de vitesse.

Le meilleur pied est celui qui est le mieux adapté à la vie extérieure de l'organisme qu'il sert et comme cette vie extérieure n'est pas la même pour tous, il y a des pieds différemment moulés qui sont équivalents comme physiologie et comme esthétique.

Structure du pied. — Le pied présente trois points d'appui, trois piliers. Le pilier postérieur est la face inférieure du calcanéum : les piliers antérieurs sont constitués par les têtes des matatarsiens. Le pilier antérieur et interne est la tête volumineuse du premier métatarsien. Le pilier externe et antérieur est représenté par les têtes des deux métatarsiens externes, associés (le 4e marquant la plus forte empreinte).

Les piliers sont réunis par deux arcs, arc interne, et arc externe, qui constituent la voûte du pied. L'arc externe est essentiellement l'arc de l'appui ; l'arc interne est celui du mouvement.

L'arc externe est un cintre régulier, mais très surbaissé, qui comprend la plus grande partie du calcanéum, le cuboïde et les deux derniers métatarsiens. Son sommet apparent est au bord supérieur du cuboïde : une coupe à plat montre, par l'architecture du tissu spongieux, que le sommet réel est à la jonction de la grosse apophyse avec le corps du calcanéum. De ce point marqué, par un noyau compact qui correspond à l'insertion du ligament interosseux et au bord antérieur du corps de l'astragale, on voit les fibres se prolonger en trajet courbe, d'une part,

à travers la grosse apophyse et le cuboïde jusqu'aux derniers orteils ; d'autre part, jusqu'aux tubérosités calcanéennes. Derrière les fibres postérieures, il reste une portion du calcanéum qui, dans la station debout ordinaire, ne touche pas le sol ; elle n'appartient pas à l'arc externe, elle sert de levier au triceps sural et fonctionne aussi comme appui dans certaines circonstances où l'avant-pied est notablement relevé, par exemple, un saut, ou la station sur les talons, une marche sur un plan très incliné.

Dans ces différents cas, l'appui réduit à l'arrière-pied nest plus une voûte ; c'est un pilier sur lequel les pressions descendent en ligne droite.

Entre les fibres antérieures et les postérieures, sous le noyau compact, est un intervalle occupé par de grandes lacunes spongieuses à travées très minces ; de bonne heure il s'y forme une cavité aussi caractéristique de l'âge que celle du col du fémur. C'est donc un point neutre, où ne passe aucune pression normale importante, comme aussi c'est un point faible pour les pressions anormales, un lieu d'élection pour les fractures.

Le poids du corps est transmis en arrière à cet arc par le corps de l'astragale, en avant par la tête qui appuie avec ou sans surface articulaire sur la grosse apophyse, et indirectement par le troisième cunéiforme et le troisième métatarsien butant contre le cuboïde et le quatrième métatarsien. De puissants ligaments, notamment le ligament en Y, l'énorme ligament calcanéo-cuboïden inférieur et le tendon du

long péronier qui passe sous le cuboïde au point qui correspond à la pression du cunéiforme, résistent aux efforts d'inflexion qui tendent à disjoindre le cuboïde. La plus grande partie de la charge passant par l'astragale qui joue, en effet, dans ce cas, le rôle d'un ménisque, descend sous un angle faible sur le calcanéum, os court et massif, organisé pour la force et la stabilité. *Le talon supporte une pression qui a été estimée* tantot les *deux-tiers*, tantôt les *trois quarts* de la charge totale, le reste revenant au talon antérieur. Sur ce dernier, ce sont les têtes métatarsiennes qui touchent le sol dans une charge faible ; mais dans une pression forte ou prolongée, c'est le cinquième métatarsien tout *entier*.

La voûte externe est bien la voûte originelle de l'appui. Sa faible courbure, sa largeur, l'épais matelas charnu qui la garnit et qui présente une vaste surface de contact, la dureté et le peu de sensibilité de la peau à ce niveau, la mobilité passive des deux derniers orteils qui leur permet de s'adapter aux inégalités du sol sont autant de dispositions liées à cette fonction de support. Elle existe seule chez les grands singes, chez les enfants, chez beaucoup d'idiots, dans les pieds bots varus, et dans un grand nombre de pieds normalement inversés. Seule aussi elle fonctionne quand nous sommes assis ou debout, au repos, car nous pouvons facilement alors mouvoir, élever le gros orteil sans nuire à la stabilité. Dans la marche, le pied se portant en avant et en dehors, elle est la première au contact du sol qu'elle aborde et sur lequel

elle se moule ; le gros orteil n'appuie qu'en dernier lieu.

L'arc interne plus élevé et à plus grande courbure est l'arc du mouvement. Il comprend : l'astragale, le calcanéum, le scaphoïde et les cunéiformes, métatarsiens et orteils correspondants, le troisième cunéiforme et son métatarsien étant surtout une pièce d'union avec l'arc externe. La moitié postérieure est formée par le corps de l'astragale et du calcanéum. La partie calcanéenne lui est commune avec l'arc externe ; toutefois, il est vraisemblable que c'est surtout la tranche interne des fibres calcanéennes qui entre en jeu pour lui et que les deux tubérosités de l'os sont rattachées chacune à leur arc correspondant. Tandis que cette partie postérieure, courte, épaisse est coupée par un seul joint, l'articulation calcanéo-astragalienne, la partie antérieure est au contraire longue, décomposée en six pièces (les orteils non compris) dont les premières figurent des voussoirs appareillés assez régulièrement avec sept articulations cartilagineuses. Elle est par conséquent essentiellement élastique, organisée pour le mouvement, c'est le ressort du pied. C'est elle seule qui porte le corps dans une série d'exercices délicats ou rapides : la danse, le saut, la station sur la pointe, le dernier temps de la marche ; le corps ne repose plus alors sur une voûte, mais sur une pièce courbe comparable à un segment de colonne vertébrale. Bradley, qui a étudié la forme des surfaces articulaires,

leur fait jouer un rôle important dans la distribution des pressions.

Enfin, au sommet, est l'astragale, clef de la voûte. Au milieu de son tissu, les travées osseuses se partagent en deux directions, comme les poussées qui descendent vers les points d'appui. Nous avons déjà vu que la plus grande partie du corps passe au calcanéum.

L'arc interne n'est pas l'appui normal et stable. Témoins les valgus ou pieds éversés, qui ont pour caractéristique de se servir du bord interne du pied comme appui principal, tandis que le bord externe se relève et touche à peine le sol.

Ils sont promptement fatigués, incapables de longue marche, exposés à des arthrites douloureuses. Les anciens attribuaient ce caractère aux races énervées. Le plus léger valgus est pire que le varus extrême. Ce n'est pas seulement parce que la surface de contact est étroite, c'est surtout parce que l'arc est oblique et non plus antéro-postérieur comme en dehors. Que l'on fasse porter un pied uniquement sur le bord externe, on verra que l'astragale appuie toujours d'aplomb, normalement à ce bord ; tandis que si le pied repose sur le bord interne, l'arc interne penche et l'astragale incliné comme lui, précipite le corps en dedans. C'est un porte à faux qui, pour éviter la chute, entraîne la distension douloureuse des jointures et des efforts musculaires bientôt impuissants.

Mais c'est un appareil de mouvement, un ressort flexible, élastique, qui concentre à un moment donné

tout le corps sur l'appui étroit du gros orteil et le lance avec vigueur et rapidité. Aussi l'axe de la jambe passe-t-il par cet arc et par la voûte d'appui.

En cherchant à classer, au point de vue de l'évolution et du perfectionnement les formes architecturales du pied, on pourrait admettre trois degrés :

1° La marche et la station se font sur le bord externe. C'est le cas des anthropoïdes, des petits enfants et de quelques adultes, la stabilité et la mobilisation sont imparfaites.

2° Toutes deux se font sur le bord externe et sur le reste de la plante du pied. C'est le cas des plantigrades, des pieds plats pathologiques. La stabilité est complète, la mobilité reste imparfaite.

3° Il s'opère une division du travail et le pied se partage en deux appareils à fonctions spécialisées, un arc externe qui sert principalement à l'appui, un arc interne qui entre en jeu surtout dans le mouvement, non plus dans les mouvements de préhension, comme chez les singes, mais dans les mouvements de la progression. La stabilité a diminué, mais la mobilité s'est développée.

Cette dernière forme est celle du pied humain en général, du pied marcheur non préhensile, et c'est elle que nous avons étudiée dans ce travail. Le pied humain normal est toujours voûté avec ses deux arcs à fonctions distinctes.

Mais comme il y a des degrés dans son organisation, dans la spécialisation de sa double qualité de stabilité et de mobilité, on peut reconnaître même

dans ces pieds voûtés des formes relativement cambrées ; et l'arc interne celui du mouvement marquant la dernière étape dans les progrès de l'évolution, c'est lui que nous avons choisi pour mesurer et classer les variétés de la forme commune.

Utilité de la voûte du pied. — L'homme seul marche et se tient sur une voûte bien constituée. Il y a peu d'animaux plantigrades et la plante sur laquelle ils s'appuient n'est pas exclusivement un moyen de locomotion, elle est préhensile et leur sert notamment à grimper. Les singes peuvent, à ce point de vue, se classer en deux catégories : les singes ordinaires qui marchent sur la plante entière et les anthropoïdes qui appuient surtout sur le bord externe du pied, et n'amènent que rarement le bord interne au contact du sol. On ne peut contester qu'ils aient une voûte car la plante est cintrée et la coupe transversale montre déjà une forme courbe sur un fœtus de Gibbon (Retterer). Mais cette voûte n'est qu'une ébauche. D'abord l'appui est presque uniquement tarsien, le métatarse d'ailleurs très courbe étant réservé à la préhension ; ensuite, pour tous les grands singes qui marchent sur le bord externe du pied, comme marche l'homme atteint de pied bot varus, le corps porte non sur un arc, mais sur un plateau horizontal, sur le calcanéum, le cuboïde, et l'extrémité du cinquième métatarsien, couchés le long du sol ; aussi un énorme chausson de graisse et de peau calleuse est-il disposé pour amortir et étaler ces contacts de squelette.

Les plantigrades marchent donc sans voûte, ou avec des voûtes rudimentaires bien inférieures même à celles du nouveau-né humain.

Mais chez l'homme lui-même avec sa voûte bien développée allant jusqu'aux phalanges, très élastique, composée de deux arches distinctes, le véritable usage de cette construction est-il bien celui d'une statique plus parfaite ? Cuveilhier a écrit ceci (*Ostéologie*, p. 244) : Ce n'est pas spécialement au mécanisme des voûtes que se rapporte la disposition qui vient d'être décrite dans le tarse ; elle a surtout pour objet d'offrir une excavation protectrice à des organes qui ne seraient pas comprimés impunément dans la station et la progression.

Pour apprécier la fonction statique de la voûte ou plutôt les formes que cette fonction a nécessitées, il faut donc diminuer auparavant ce qui revient aux muscles et aux vaisseaux. C'est ainsi que l'évidement profond creusé sur la face interne du calcanéum entre la tubérosité interne et la petite apophyse qui se détache en console est certainement produit par le passage des vaisseaux et surtout des tendons ; il n'est pas téméraire de penser que sans eux toute cette perte de substance serait comblée et les deux faces opposées de l'os seraient semblables. Il y a plus un ungalograde, le cerf, par exemple, a un calcanéum qui loin du sol est modelé presque comme le calcanéum horizontal d'un orang-outang. Même la structure de l'ensemble prête à la discussion. La main humaine est voûtée

et ce qui l'a ceintrée ce n'est évidemment pas la locomotion, c'est la préhension dont l'effet est de ramasser la paume et de la creuser, peut-être aussi le passage des tendons et des vaisseaux, en tant que le mouvement préhensif les eût blessés. La grande courbure du métatarse simieu est encore une courbure de préhension.

Tout le monde est d'accord pour admettre que l'attitu de verticale nécessitait la station plantigrade afin d'offrir la plus large surface possible d'appui et les faunes antiques à pied de bouc n'auraient pu marcher que comme on marche avec des échasses. Mais il n'est pas facile de faire la part exacte des diverses causes qui ont pu déterminer une forme courbe.

Mettons d'abord hors de cause la protection des nerfs et des vaisseaux à laquelle Cruveillier fait allusion. De simples gouttières suffisaient et la grandeur de l'excavation est sans proportion avec la petitesse de ces organes. On ne voit d'ailleurs pas, qu'à la main, le maniement continu d'un outil influe sur l'arcade palmaire superficielle ou que l'étreinte prolongée des branches d'arbre blesse les vaisseaux et les nerfs dans les surfaces préhensiles des singes ou des oiseaux.

Peut-on invoquer la fonction préhensile de l'organe ?

La préhension suppose le reploiement, la tendance à l'enroulement. Mais cette raison si plausible pour notre main et pour le pied des singes n'est plus admissible pour le pied de l'homme, quoi qu'on ait

pu dire, et malgré les exemples cités des résiniers, des marins, des bateleurs et autres, le pied humain n'est, en aucune façon, préhensile; il ne peut servir ni à saisir, ni à grimper. Son pouce n'est pas opposable à ces articles, ses orteils ne se fléchissent que sur eux mêmes, son métatarse appartient à la station et ce n'est pas une main comme celui du singe. On allégue les tours de force que des calligraphes, des artistes peintres où musiciens exécutent avec leurs orteils ; mais, des gens qui n'ont ni pied ni main en font autant. Tout le monde a vu des ectromèles, des hommes-troncs se servir de leurs moignons avec la plus grande adresse, sans en conclure que les moignons d'amputation sont des organes de préhension.

Le creux plantaire serait-il une simple excavation destinée à loger les moteurs des orteils, une fosse musculaire, comme les fosses temporales sous-scapulaires ? Cette hypothèse n'est pas sans quelque vraisemblance. Mais, si on voulait trouver là le rôle exclusif ou même principal de la voûte, on se heurterait aux objections suivantes: 1° l'excavation n'a pas la forme des groupes musculaires ; partout ailleurs les muscles sont moulés sur la fosse qu'ils se sont creusée ; ici, rien sur la fosse osseuse plantaire n'indique la disposition des muscles en trois masses distinctes ; 2° la profondeur de la voûte n'est pas en rapport avec le volume des muscles qu'elle loge, puisqu'il reste toujours un évidement, souvent très grand sur le côté interne.

L'élévation du bord interne n'a pas non plus pour

but d'empêcher le frottement des muscles contre le sol, car ce contact a lieu sans inconvénient vers les têtes métatarsiennes et tout le long du bord externe ; 3° il est bien remarquable qu'en général la profondeur de la voûte s'accroît parallèlement à la diminution du volume des muscles plantaires. La chaussure bombée, qui annule les orteils et réduit les muscles moteurs, tend à arquer le squelette ; nous marchons vers un type cambré avec amoindrissement du rôle des orteils et de leurs muscles.

Nous revenons donc à l'opinion commune. La construction courbe du pied humain est bien avant tout *une forme mécanique* dont nous utilisons *l'élasticité ;* les fonctions de protection pour les vaisseaux et les nerfs, et de cavité de réception pour les muscles sont secondaires.

Cette forme est sinon nécessaire, au moins d'une grande utilité pour le soutien et pour le mouvement du corps. Comme soutien du corps dans la station ou la marche, la voûte fournit une résistance au moins double de celle d'un plateau horizontal, résistance dont l'homme a d'autant plus besoin qu'il n'a que deux pieds et non quatre pour supporter le poids de son édifice. Comme organe du mouvement, la disposition en cerceau, en réduisant les appuis et en développant l'élasticité, permet la vitesse et la légèreté ; elle donne à l'avant-pied les qualités d'un ressort.

L'exemple des pieds absolument plats, comme sont certains rachitiques, nous montre ce qu'est un pied sans voûte. Non seulement, leur démarche est lourde

et traînante, mais ils ne peuvent fournir qu'une marche de courte durée en raison des accidents nombreux qu'elle détermine. L'exemple du pied naturellement cambré d'une femme aux formes élégantes nous fait voir ce qu'est un pied bien voûté ; elle marche avec grâce, et la grâce est une des formes les plus heureuses du mouvement. »

CHAPITRE IV

CONSIDÉRATIONS RELATIVES A LA CHAUSSURE EN GÉNERAL

Je termine ce travail par les études de deux médecins militaires, relatives à la chaussure du soldat. Elles contiennent des observations importantes sur l'élasticité de la voûte plantaire, et l'intérêt qu'il y a à la respecter quand on veut construire des chaussures hygiéniques.

Observations de Nogier.

« Le pied est, comme la main, un organe dont la structure est complexe, et la reproduction de leur forme a toujours présenté de sérieuses difficultés, même pour les peintres et les sculpteurs, parce que l'anatomie morphologique de ces parties n'a pu être bien définie géométriquement.

« Malgré les nombreux documents que l'on peut trouver sur ce sujet, le moment a semblé propice pour rappeler ici l'anatomie descriptive des formes du pied, avec quelques commentaires appropriés à la chaus-

sure rationnelle du fantassin. Le pied subit pendant la marche des modifications passagères, et insaisissables dont on ne saurait tenir compte, même si elles étaient parfaitement connues, en raison de leur courte durée ; il faut se contenter d'être fixé sur les formes que cette organe affecte dans son attitude la plus habituelle, c'est-à-dire l'immobilité dans la station verticale, et c'est dans ces conditions seulement qu'il paraît utile de chercher des éléments rationnels pour la construction des formes de chaussures.

1° Contours de la surface plantaire. Chez les peuples qui marchent nu pieds, la surface plantaire a un contour dont la forme générale est triangulaire. L'angle le plus aigu est tronqué et correspond au talon ; un autre angle est obtus et répond à l'extrémité unguéale du petit orteil ; enfin, le troisième angle est formé par l'extrémité unguéale du gros orteil ; cette forme triangulaire se constate dans le squelette du pied, aussi bien que quand il est revêtu de ses parties molles.

Si on veut bien ne pas tenir compte des sinuosités secondaires que donnent les parties molles, on constate que le grand coté de ce triangle, qui constitue le bord interne du pied et s'étend du talon à l'extrémité du gros orteil, est rectiligne surtout dans sa moitié antérieure.

Ce détail anatomique, capital pour la construction des formes de chaussures, n'est généralement pas observé, car on donne presque toujours à ce côté la

forme d'une *S*, s'incurvant en dehors au niveau du gros orteil, de telle sorte que celui-ci, constamment dévié en dehors et refoulé sur les autres orteils, est nécessairement paralysé dans ses mouvements de flexion et d'extension. Ces mouvements se font, en effet, suivant un plan déterminé géométriquement ; d'une part, par l'axe de la jambe et d'autre part, par la ligne de sustentation que l'on fait passer par le centre du talon et le milieu du gros orteil ; or, comme ils sont utiles pour la marche, la course et le saut, il faut éviter que la chaussure les gêne en quoi que ce soit.

C'est pourquoi Meyer de Zurich et Starcké de Berlin ont posé en principe que quand on rapproche la semelle droite et la gauche, elles doivent s'accoler par le talon, d'une part, et d'autre part, dans toute l'étendue de la moitié antérieure de leur bord interne.

Le petit côté du triangle plantaire, qui est formé par l'extrémité inégale des orteils est curviligne, surtout chez les Européens ; mais, en raison de la mobilité des doigts en extension et en flexion, ce côté est sujet à de nombreuses variations de forme.

Ce détail a encore une grande importance pour la construction des formes de la chaussure ; on peut leur donner dans cette partie les apparences qu'on voudra et que comporte la mode ; mais il faut avant tout qu'on fasse aux orteils une loge assez grande pour leur allongement complet, sans modifier leur direction normale et surtout celle du pouce.

Enfin, le troisième coté du triangle plantaire, celui

qui forme le bord externe du pied, offre des sinuosités invariables, ou peu accentuées, et sa direction du talon à l'extrémité unguéale du petit orteil peut être considérée comme rectiligne.

2° *Conformation de la surface plantaire.* — La surface plantaire comprise entre les contours qui viennent d'être décrits présente en avant un rang de saillies hémisphériques, formées par l'extrémité pulpaire des cinq orteils et circonscrites par des sillons profonds; en arrière de ces saillies la plante des pied n'offre plus qu'une grande surface ovalaire, convexe sur ses bords, mais s'excavant peu à peu à sa partie moyenne en forme de voûte surbaissée: cette excavation n'est exercée que vers le bord interne du pied, elle s'efface au contraire absolument vers son bord externe où se manifeste en saillie la tubérosité postérieure du cinquième métatarsien.

En avant et en arrière de la voûte plantaire on remarque encore d'une part, la saillie de la tête du premier métatarsien, et d'autre part celle du calcanéum : ces deux saillies sont avec celles du cinquième métatarsien, considérées comme les trois piliers de la voûte plantaire : elles sont en tout cas les points d'appui essentiels du pied pendant la station et la marche.

Quand le pied repose sur le sol, il s'allonge sous le poids du corps, sa voûte se déprime et la surface plantaire tend à se mouler sur les parties sous-jacentes ; de sorte que si on interpose une feuille

de papier noirci uniformément au fusain, la surface plantaire laisse partout son empreinte, excepté dans un étroit espace de sa moitié interne, compris entre le talon et la tête du douzième métatarsien ; cette lacune est généralement très marquée chez les bons marcheurs.

Le pied de l'enfant en bas âge ne présente pas d'excavation plantaire ; celle-ci ne se développe qu'avec l'âge et à un degré très variable suivant les races ; souvent même, par un arrêt de développement, qui se complique facilement de malformations osseuses, la dépression plantaire ne se manifeste pas chez l'adulte ; la surface plantaire reste alors plane dans toute son étendue et donne une empreinte complète sans laisser de lacune à son bord interne.

Dans les formes de chaussures, tous ces détails anatomiques sont négligés ; on ne dessine que la voûte plantaire, en lui donnant toute la largeur du pied, du bord interne à son bord externe, sans tenir compte de la saillie du pilier externe, formée par la tubérosité postérieure du cinquième métatarsien, et auquel il est cependant nécessaire de donner un point d'appui sur le sol, si on ne veut troubler la stabilité de l'homme.

De plus, on excave généralement cette voûte outre mesure, ce qui ne peut avoir que des inconvénients, surtout lorsqu'il s'agit de formes destinées, comme celles de l'armée, à chausser indistinctement des pieds cambrés et des pieds plats.

Starcke de Berlin, dans ses écrits, a justement remarqué que la cambrure de la chaussure ne peut que détruire les avantages attribués à la voûte du pied, c'est-à-dire neutraliser son élasticité, et comprimer les muscles, les vaisseaux et les nerfs qui s'y trouvent logés à l'abri des pressions.

D'autre part, on donne aussi à la partie antérieure de la semelle, qui devrait être plane, une forme trop convexe ; de sorte que, quand le pied chaussé repose sur le sol, l'extrémité antérieure de la semelle se relevant en l'air, les orteils portent à faux, et ne peuvent entrer en contact médiat avec le sol, même avec un grand effort de flexion.

Des semelles ainsi conformées ne s'appuient sur le terrain que par le centre de leur convexité antérieure et par le talon, parties qui s'usent alors prématurément.

Les semelles d'espadrilles, au contraire, qui sont absolument plates, s'usent très uniformément dans toute leur surface ; elles s'interposent entre le sol et le pied. sans annihiler les efforts de celui-ci, pour avoir le contact des parties sous-jacentes, et exposent moins aux glissades ou aux faux pas que les semelles convexes, concaves.

3° *Conformation des surfaces supérieures du pied*. — Le dos du pied a une conformation aussi peu symétrique que la plante ; quand on examine des coupes verticales, pratiquées transversalement à différentes distances en arrière des orteils et sur un pied durci par la congélation, on reconnaît que le

tiers interne des coupes a à peu près la forme d'une circonférence, tandis que les deux tiers externes ont un contour parabolique, et le sommet de la parabole correspond au bord externe du pied.

Par leur réunion sur le dos du pied, ces deux courbes forment une sorte de toit à deux versants dont le faîtage arrondi correspond à une ligne, menée dans l'axe du gros orteil, et se prolongeant en arrière jusque sur la crête antérieure du tibia, c'est-à-dire à un travers de doigt en dedans de la ligne médiane du bas de la jambe.

Il faut que dans les chaussures cette ligne du faîtage soit observée avec soin, car si elle est placée au milieu de l'empeigne, comme on le fait généralement, le bord interne du pied qui est deux ou trois fois plus épais que le bord externe, ne trouve pas assez de hauteur pour se loger, et le pied se blesse facilement. La partie postérieure du pied qui correspond au talon a la forme d'un demi-ovoïde prolongé en raquette par la saillie en haut du tendon d'Achille ; ou mieux encore, d'une poire coupée en deux parties égales, suivant son grand diamètre, et placée la queue en haut.

Le raccord de ces convexités du talon avec la malléole interne et le bord interne du pied se fait littéralement suivant un plan vertical, légèrement déprimé au pourtour de la malléole, qui se montre ainsi un peu en saillie.

Le raccord des convexités du talon avec la malléole externe et le bord externe du pied n'est pas

symétrique avec le précédent, car il se fait latéralement suivant un plan qui n'est plus vertical, mais très incliné en bas et en dehors, jusqu'au bord externe du pied, et d'où émerge nettement la saillie conique de la malléole externe.

Enfin la section du bas de la jambe à la base des malléoles a la forme d'une circonférence tangente à la face interne du pied et à laquelle est surajoutée en arrière un espace triangulaire occupé par le tendon d'Achille.

Dans la confection des chaussures, ces détails anatomiques sont encore absolument négligés, car leur entrée affecte d'ordinaire la forme d'une longue boutonnière entr'ouverte et médiane, c'est-à-dire placée symétriquement entre deux quartiers inégaux ; il n'est tenu aucun compte de l'asymétrie évidente des faces latérales du pied, et surtout ou n'observe pas la verticalité du plan tangent à la malléole interne.

Il peut n'en résulter aucun inconvénient sérieux, si l'entrée de la chaussure est souple ou garnie de tissus élastiques ; mais si elle est formée par deux quartiers égaux en cuir rigide, comme dans la chaussure de troupe, la malléole interne ne peut trouver à se loger sans subir de dures compressions et sans déterminer dans le quartier correspondant des plicatures horizontales ; le contraire se produit nécessairement à la partie externe du pied : là, le quartier ordinairement trop court baille et s'applique mal autour de malléole externe ; enfin, le talon lui-même, se trouvant placé obliquement dans sa loge, appuie

davantage sur la partie externe de la semelle, qui s'use irrégulièrement en s'éculant. Une adaptation exacte des quartiers autour des malléoles et du talon, suffit à donner la fixité du talon dans la chaussure, sans rendre nécessaire la constriction des lacets.

Cependant, pour conserver aux orteils la liberté des mouvements, et leur éviter toute compression déformante, l'extrémité antérieur de la semelle doit les dépasser d'un à deux centimètres, c'est-à-dire qu'il faut empêcher le pied de s'engager à fond sous l'empeigne jusqu'au bout de la chaussure. Or, ce résultat ne s'obtient qu'en rattachant l'extrémité postérieure de la semelle au cou-de-pied, par un lien circulaire ayant une direction oblique à 45 degrés de haut en bas et d'avant en arrière, à laquelle on a donné le nom d'axe de fixité ; aussi tout lacet destiné à assurer la fixité du pied sur la semelle doit agir dans la direction de cet axe, sinon il donne lieu à des constrictions inutiles.

Il suffit de charpenter une chaussure d'après les grandes lignes qui viennent d'être tracées pour avoir une ébauche correcte du pied normal de l'homme ; il n'est pas une d'entre elles qui n'ait quelque importance, soit au point de vue statique, soit au point de vue de la durée des chaussures, et on ne saurait qualifier de rationnelle, toute forme s'en écartant notablement.

Étude de Berthier sur la chaussure du fantassin. — « La chaussure est le vêtement du pied ;

tout en ne gênant pas ses fonctions, elle doit exercer un rôle protecteur contre les violences extérieures, contre les intempéries ; elle doit reproduire exactement la forme du pied.

Le pied, massif osseux complexe, représente une voûte sur laquelle se répartit tout le poids du corps, et qui prend des points d'appui en arrière, sur le calcanéum ; en avant, sur les extrémités antérieures des métatarsiens et principalement sur la tête du premier métatarsien.

Entre le talon et le bourrelet métatarsien existe la voûte plantaire inclinée de haut en bas et de dedans en dehors, dont la partie la plus élevée correspond au bord interne du pied et qui, dans sa partie externe, prend contact avec le sol, suivant toute son étendue. Cette voûte donne abri à des vaisseaux, à des nerfs, à des muscles, et empêche qu'ils soient comprimés. Elle jouit d'une certaine élasticité, capable d'amortir les chocs. Dans la station debout, pendant les marches, lorsque l'homme est chargé, le pied s'allonge d'environ un centimètre au maximum, et s'élargit, en même temps que la voûte s'affaisse.

La chaussure ne doit pas entraver cet étalement du pied, et la semelle doit être à peu près horizontale dans la partie correspondant à la voûte du pied, de façon que la voûte ne touche pas la semelle. Une semelle cambrée qui se moulerait sur la cambrure du pied empêcherait le jeu élastique de la voûte et comprimerait les organes qui s'y trouvent logés.

Les orteils prolongent en avant la base de susten-

tation de la voûte plantaire et contribuent pour une faible part à transmettre au sol le poids du corps. Ils sont d'une grande exiguité, sauf le gros orteil qui se fait remarquer par son volume, sa solidité, de même que le premier métatarsien auquel il fait suite et qui a un rôle plus important dans la marche, particulièrement pendant le mouvement de propulsion.

Le dos du pied fortement bombé, s'incline et s'aplatit en dehors vers sa partie externe. La cambrure du pied est très variable suivant les individus. La chaussure doit se mouler sur cette face asymétrique, irrégulière, sans la comprimer trop fortement. Elle enferme aussi l'articulation du cou-de-pied dont elle ne doit pas gêner les mouvements.

La partie fondamentale de la chaussure est la semelle. Elle protège contre les aspérités du sol, la plante du pied qui supporte tout le poids du corps et les chocs de la marche. Chez les peuples primitifs et dans les pays chauds, la chaussure ne consiste guère qu'en une semelle qui est retenue au pied et au bas de la jambe par des liens. Elle doit être assez épaisse pour que le pied ne souffre pas des aspérités du sol ; elle doit posséder un certain degré de flexibilité et être imperméable à l'eau. Nous venons de voir qu'elle ne doit pas suivre la courbure du pied. — La semelle est surelevée par un talon qui doit être large et peu haut. Le talon facilite la marche en diminuant le travail musculaire qu'exige à chaque pas le soulèvement du talon. En même temps, il entraîne une certaine inclinaison du

tronc en avant qui favorise la marche, force les jambes à se fléchir et le pas à s'allonger.

La chaussure se complète d'un dessus ou tige dont la forme varie avec les diverses variétés de chaussures. La tige a pour objet de maintenir la semelle, de protéger le pied contre le violences extérieures et les intempéries. On admet qu'elle doit être faite d'une substance souple, perméable à l'air, imperméable à l'eau. C'est une illusion de croire que la ventilation peut se faire à travers le cuir. Les pores du cuir sont oblitérés par la poussière, par la boue, par le cirage, par la graisse dont le cuir est imprégné. La ventilation du pied se fait par l'entrée de la chaussure. L'important est que la tige ait une forme convenable pour permettre de bien loger le pied... Cette disposition est obtenue grâce à une forme en bois d'un bon modèle.

La chaussure doit toucher le talon et le cou-de-pied. Ce sont les deux points de fixité dans l'axe desquels se fait le serrage de la chaussure. Cette ligne de fixité ou de serrage, appelée encore l'entrée est invariable. C'est un des points importants à observer dans la construction de la chaussure.

Toute bonne chaussure doit se mouler sur le pied sans le violenter, être souple pour lui laisser la liberté de ses mouvements, permettre l'étalement du pied sous le poids du corps, se prêter aux alternatives d'augmentation et de diminution de volume en rapport avec la congestion du pied pendant la marche. Toutes ces conditions doivent être remplies, l'adap-

taptatiou étant telle que le pied ne ballotte pas dans la chaussure.

En dehors de ces qualités exigibles de toute bonne chaussure, que je viens d'énumérer, la chaussure de guerre doit en outre posséder des qualités spéciales. Elle doit avoir la résistance qui permet un long usage, être aussi légère que possible, facile à mettre et à ôter. Pendant les marches, le fantassin doit pouvoir ajuster rapidement sa chaussure, de façon à rejoindre sans retard. Ce mode d'attache sera facilement maniable même par un homme portant sac au dos. L'entrée, tout en étant parfaitement adaptée au cou-de-pied, doit être aisée et permettra de desserrer ou de resserer à volonté la chaussure, suivant que le pied est gonflé par la marche, ou suivant que le cuir est rétracté après avoir été mouillé. A l'arivée à l'étape, l'homme devra pouvoir retirer ses chaussures pour se délasser, sans avoir la crainte d'être dans l'impossibilité de les remettre le lendemain. En cas d'alerte, il doit pouvoir se chausser très rapidement.

La semelle sera à peu près horizontale pour permettre le jeu de l'élasticité du pied, comme nous l'avons déjà indiqué. Cela s'impose surtout pour es pieds plats ? Il importe d'autant plus que la semelle de la chaussure militaire ne soit pas cambrée, qu'elle s'applique indistinctement aux pieds cambrés et aux pieds plats.

La semelle doit être épaisse (13 à 14 millimètres) Sans doute, une semelle épaisse alourdit la chaus-

sure, et nous avons dit qu'en principe elle doit être aussi légère que possible. Mais encore elle doit être assez épaisse pour que la plante du pied ne ressente pas douloureusement les aspérités du sol, pour que les chocs de la marche sur un sol dur, irrégulier, pierreux, ne fassent pas souffrir le pied. L'épaisseur doit être augmentée de ce que le fantassin marche chargé ; ce poids d'emprunt venant s'ajouter au poids du corps et se reporter tout entier sur la plante du pied qui a besoin d'être garantie davantage contre l'action du sol. Les individus qui, par profession, marchent beaucoup et portent des fardeaux ont adopté des chaussures à semelle épaisse. Au contraire, dans les marches de vitesse, les coureurs ont des semelles souples et plutôt minces qui laissent au pied toute sa souplesse, tout son jeu réactionnel. Mais, dans l'armée, tout autres sont les conditions habituelles de la marche qui, en général, est lente et pesante. La semelle doit donc être suffisamment épaisse ; mais il faut éviter d'en exagérer l'épaisseur, sinon la chaussure devient trop lourde et occasionne une fatigue inutile.

Le semelage doit légèrement déborder l'empeigne. Une semelle très débordante a l'avantage de mieux déborder l'empeigne et le bord du pied contre les aspérités du sol ; elle serait surtout utile en pays de montagne. Mais cette disposition a l'inconvénient d'alourdir la chaussure, de constituer une large rainure où s'accumule la boue.

Dans un terrain détrempé, argileux, elle rend la

marche plus fatigante. D'après Tourainne, la semelle doit effleurer l'empeigne, sans s'en écarter de plus d'un millimètre au maximum... Le soldat est soumis à toutes les intempéries. La chaussure doit protéger le pied contre le froid, l'humidité ; elle doit s'opposer à la pénétration de la boue, du sable, de la poussière ; elle doit être imperméable à l'eau. Elle doit aussi s'opposer à un échauffement trop grand du pied et permettre sa ventilation. Enfin cette chaussure idéale doit être d'un prix peu coûteux. Il n'est pas question de rechercher ici quelle est la meilleure chaussure à donner au soldat. En France le brodequin l'a définitivement emporté. La constitution des armées modernes avec les levées de réservistes, avec la grande masse d'hommes à incorporer chaque année ne permet plus d'avoir recours à des chaussures faites sur mesure. Pour chausser rapidement cette grande masse d'hommes il a été indispensable de constituer en magasins des approvisionnements considérables de chaussures confectionnées d'après les formes typiques.

La forme est la partie fondamentale pour la confection de la chaussure. C'est, chacun le sait, un modèle en bois représentant le pied ou plutôt ce que devra être la cavité de la chaussure ; il est composé de deux morceaux réunis par une vis afin de pouvoir être extrait lorsque la chaussure est terminée. Les brodequins sont confectionnés sur deux formes, l'une pour le pied droit, l'autre pour le pied gauche. La forme en bois du brodequin doit tenir

strictement compte de la conformation générale du pied et de ses changements de formes physiologiques, de façon à toujours maintenir le pied uniformément, tout en n'entravant passes mouvements et son étalement. C'est ainsi que la forme est plus longue que le pied de deux centimètres pour le libre jeu des orteils en avant. Le dessous de la forme est beaucoup moins cambré que le pied pour permettre l'aplatissement de la voûte sans qu'il y ait compression. Les bords en sont un peu arrondis, mais moins que le pied dans le but de ménager tout autour un espace pour l'aération. La partie correspondant au talon est un peu plus plate et plus large pour permettre le jeu élastique du talon. Le contour du dessus de la forme est rationnel en tenant compte de la légère abduction du gros orteil. La forme est grossie dans la zone des orteils car ceux-ci se gonflent pendant la marche et il est essentiel d'éviter qu'ils soient serrés entre la semelle et l'empeigne. Cela est particulièrement important pour la chaussure militaire dont le cuir est plus épais et plus rigide que celui des chaussures civiles. Comme l'a fait remarquer Starke, le soldat est appelé à marcher en terrain varié, en montagne, en plaine, à sauter, à courir; il est indispensable que les orteils aient un certain champ d'excursion.

La forme tient compte, bien entendu, de l'épaisseur du bord interne et du pied et du gros orteil, de la cambrure du dos du pied. Pour le coup-de-pied, ou plus justement pour toute la région tarso-métatarsienne qui est comprise entre la ligne d'entrée et la

ligne de grosseur des orteils, le dessus de la forme reproduit exactement les dimensions et la conformation du pied. Cela est nécessaire pour que le pied soit bien maintenu, ne ballotte pas dans la chaussure et qu'il s'ajuste parfaitement suivant la ligne de serrage.

La chaussure devant être relevée en arrière par un talon haut de trois centimètres, il a été indispensable de relever le bout de la forme pour que le dessous de la chaussure repose bien à plat. Le relèvement de la pointe sert également à éviter les heurts du bout du pied contre le sol et favorise ainsi la marche.

En résumé, la forme en bois du brodequin modèle 1893 est rationelle et elle respecte les conditions anatomiques et physiologiques du pied. Le brodequin, constitué par un dessus ou tige, par un dessous de semelle, se compose d'un certain nombre de pièces en cuir découpées. L'empeigne, le quartier, le contrefort constituent le dessus. L'empeigne est la partie de chaussure qui recouvre le dessus du pied, et le quartier est la partie qui emboîte le talon et le bas de la jambe. Chacun d'un seul morceau, ils sont en cuir de vache corroyé de première qualité. Le cuir pour empeigne a une épaisseur de 2 millimètres à 2 mm. 5, et celui pour quartier à 1 mm. 7 à 2 mm. 3. L'empeigne est coupée symétriquement ainsi qu'il est rationnel. Elle se prolonge en une languette qui ferme le brodequin en avant. Le quartier est renforcé à sa partie inférieure en dehors au

moyen d'un contre-fort et d'un sous-contre-fort. Le sous-contre-fort est collé entre l'empeigne et le contre-fort. Le bord antérieur porte de chaque côté 6 œillets en cuivre qui donnent passage au lacet en cuir pour la fermeture du brodequin. La hauteur du quartier au-dessus du talon est de 16 à 18 centimètres et son bord supérieur a une longueur variable suivant les pointures Le quartier est courbé légèrement en arrière, à la machine.

Le quartier est réuni à l'empeigne par une couture extérieure ne formant en dedans aucune aspérité pouvant blesser le pied. Cette jointure est recouverte et protégée par le prolongement du contre-fort qui est cousu sur l'empeigne.

Le dessus ainsi confectionné est monté sur la forme en bois : dessus et semelle sont alors assemblés.

La semelle comprend plusieurs pièces : la semelle première ou semelle intérieure en contact avec le pied, la trépointe, la cambrure; le cambrion, l'entre-deux, la semelle seconde ou semelle extérieure. Elle est coupée d'après les modèles types qui ont été déterminés en prenant le contour d'une série de pieds bien conformés. Son bout est large et légèrement arrondi. Elle tient compte de la légère abduction du pouce, mais beaucoup moins que l'usage et la mode le préconisent actuellement. C'est une semelle rationnelle. Encore est-il utile de préciser qu'il ne s'agit pas de la forme indiquée par Meyer, laquelle ne correspond pas à la vraie conformation du pied.

Pour monter le brodequin, assembler ces différentes pièces constitutives, on commence par appliquer la semelle première sur la face inférieure de la forme et à l'y fixer par quelques clous. Cette semelle en cuir de vache lissé, bien tenue, a une épaisseur de 3 millimètres à 3^{mm} 5. Puis on rabat les bords de l'empeigne et du quartier sur la semelle première en ayant soin de bien tendre le cuir qui doit être appliqué uniformément et très droit sur le dessus de la forme, et on les fixe dans cette position par quelques clous.

Semelle première et dessus, étant ainsi bien placés, on les assemble par quelques points faufilés très larges. On applique ensuite la trépointe, bande de cuir de très bonne qualité, bien tanné et bien souple, d'une épaisseur de 3 millimètres à 3^{mm} 5 qui est destinée à être cousue en la courbant sur tout le pourtour de l'avant-pied. On assemble fortement la trépointe, l'empeigne, la semelle première qui sont réunies par la couture, en première, à raison de trois points lacés par deux centimètres.

Les clous du montage sont enlevés au fur et à mesure. Le vide central laissé par la trépointe et par les rebords rabattus de l'empeigne et du quartier est rempli par la cambrure, pièce de cuir d'un seul morceau, qui est collée sur la semelle première.

Sous la voûte du pied, la semelle est renforcée par une autre pièce de cuir appelée cambrion, qui s'avance sous le talon, et est collée sur la cambrure. Le cambrion est destiné à empêcher que la chaus-

sure se brise pendant la marche. On colle ensuite l'entre-deux, demi-semelle de même forme que la seconde et qui est limitée à l'avant-pied ; elle est de cuir ferme et bien tanné et a une épaisseur de 3 millimètres à 3 mm 5, après battage. Enfin, on place la semelle seconde que l'on maintient au moyen de trois clous enfoncés dans la forme au travers du semalage. Cette semelle est en cuir fort ou cuir à la jusée, de première qualité, prélevé dans les parties déterminées du croupon. Son épaisseur doit être de 4 mm 5 au minimum après battage. Comme la semelle première, elle est d'un seul morceau qui occupe toute la longueur et la largeur de la semelle. L'ouvrier opère alors la couture en seconde qui réunit la trépointe, l'entre-deux et la semelle seconde. Cette couture est à points lacés au nombre de deux par centimètre dont la ligne est distante de 3 à 4 millimètres du bord de la semelle où elle est visible en dessus et en dessous. La couture terminée, la semelle est battue sur la forme de façon à bien noyer le point dans le cuir, et à bien accoler ensemble les pièces du semelage. Cette action est complétée par le glaçage, opération qui consiste à comprimer le semelage au moyen d'une machine.

Tout le semelage déborde l'empeigne d'environ 5 à 6 millimètres, cette largeur comptant à partir de la ligne d'assemblage de l'empeigne avec la semelle.

La semelle est garnie de clous galvanisés qui la préservent de l'usure pendant la marche, et dont la disposition et le nombre sont réglementés. La

rangée périphérique tout autour de l'avant-pied est en dedans de la ligne de couture seconde, la tête des clous couvrant la couture. Les clous traversant la semelle seconde et le harpon ne dépassent pas l'épaisseur de l'entre-deux. La partie de la semelle correspondant à la cambrure est vissée au moyen d'une double rangée de vis en laiton.

La hauteur extérieure du talon est de 3 centimètres. Il est formé par le fer à cheval, par deux à trois sous-bouts en cuir fort qui forment le remplissage du talon en hauteur, et par le bou-bout.

Le fer à cheval remplit le vide qui existe sous le pourtour du talon arrondi, entre la semelle et les sous-bouts. Le fer à cheval et les sous bouts ont été collés ensemble, formant une masse unique qui est vissée à la semelle. Le talon se termine par une pièce en cuir appelée bou-bout, de même épaisseur et qualité que la semelle seconde, et qui est en contact avec le sol.

Le bou-bout est solidement uni aux autres pièces du talon par des chevilles en fer.

Les coutures du brodequin sont faites à la main avec du fil de chanvre d'excellente qualité, tordu et bien enduit de poix noire, qui met le fil à l'abri de l'action dissolvante de l'eau et de l'humidité. Elles sont disposées de telle façon qu'il n'y ait à l'intérieur de la chaussure aucune saillie, aucune aspérité susceptible de blesser le pied.

Le brodequin terminé, on se rend bien compte de la structure de la semelle et du talon par la disposition

de leurs strates. Si l'on examine le bord libre de la semelle, on distingue de haut en bas, la trépointe, l'entre-deux et la semelle seconde. Différente est la composition du corps de la semelle, dont l'épaisseur est constituée successivement par la semelle première, la cambrure et le cambrion, l'entre-deux et la semelle seconde. Si l'on examine la face antérieure du talon, on distingue parfaitement la disposition du fer à cheval interposé entre la semelle seconde légèrement arrondie et les sous-bouts. Cette structure est reproduite très apparente dans les schémas de la semelle et du talon.

Les prescriptions du cahier des charges du 17 juillet 1894 pour les entreprises des effets du service de l'habillement, entourent de garanties la confection de la chaussure et la bonne qualité générale du cuir.

Le brodequin est confectionné sur huit pointures ; la pointure est l'expression en centimètres de la longueur de la chaussure, cette longueur étant prise sur la semelle intérieure, dite première, au moment du découpage. On admet que cette semelle, après avoir été estampée et cousue, perd un demi-centimètre de sa longueur. Il faut aussi réserver un centimètre et demi dans le même sens pour le jeu du pied. On doit donc donner des chaussures ayant 2 centimètres de plus que la longueur du pied. Un homme dont le pied mesure 26 centimètres recevra une pointure 28.

Les numéros de pointure varient de 26 à 33 centimètres, la pointure 33 étant exceptionnelle.

Chaque pointure a quatre subdivisions qui correspondent à des tailles différentes du cou-de-pied et du périmètre au niveau des têtes métatarsiennes. Cette dernière mesure appelée grosseur des doigts correspond à la partie la plus large du pied; elle est prise obliquement suivant la ligne de l'articulation des orteils avec le métatarse. La série des brodequins se compose donc de trente-deux sortes de chaussures devant permettre de chausser tous les hommes, à l'exception de ceux dont le pied a une conformation anormale.

Le brodequin de l'armée française, modèle 1893, est approprié à la structure et aux fonctions du pied. Il remplit d'une façon suffisante les diverses conditions exigibles d'une bonne chaussure de guerre...

CONCLUSIONS

J'ai étudié dans cette thèse le traitement d'une certaine forme de torsalgie traumatique par une semelle caoutchoutée d'un modèle spécial.

La lésion que j'ai envisagée consiste dans l'affaissement de l'*arc externe* de la voûte du pied, affaissement que j'ai étudié par le procédé des empreintes à l'encre de Chine.

C'est cet affaissement douloureux de l'arc externe que je me suis efforcé d'améliorer par une semelle caoutchoutée. Je propose d'interposer entre cet arc externe et le sol une semelle élastique qui atténue le choc de la marche. Cette semelle a pour effet de soulever l'arc externe dans la mesure où cela est nécessaire ; j'en ai donné la construction au chapitre premier : elle est formée essentiellement de cylindres de caoutchouc juxtaposés.

On sait que le poids du corps repose pour les trois quarts environ sur le point d'appui postérieur calcanéen de la voûte plantaire ; les cylindres de caoutchouc situés sous le talon sont donc sensiblement plus déprimés que les cylindres situés en avant ; par conséquent ces derniers vont conserver une hauteur

Imp. de la Faculté de Méd., Jouvz et Cie 15, rue Racine, Paris — 2716-14